КЛАСИЧНИЙ ПРИВАТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
філія Класичного приватного університету у місті Кременчук
(назва інституту, факультету, відділення)

(повне найменування вищого навчального закладу)
Кафедра автомобільного транспорту та транспортних технологій

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
Завідувач кафедри
_____ О.В. Головіна
«30» серпня 2022 р.

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
# ГІДРАВЛІКА, ГІДРО- ТА ПНЕВМОПРИВОДИ
(шифр і назва навчальної дисципліни)

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**

**галузі знань 27 – «Транспорт»**
(шифр і назва галузі знань)

**за спеціальністю 274 – «Автомобільний транспорт»**
(шифр і назва напряму)
**освітня програма: Автомобільний транспорт»**

2022 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Гідравліка, гідро – та пневмопритводи» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 27 – «Транспорт» спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт», освітня програма: Автомобільний транспорт / Укладач: П.М. Алтухов.- Кременчук : філія КПУ, 2022. - 20 с.

Розробник: Алтухов Петро Микалайович, старший викладач кафедри автомобільного транспорту та транспортних технологій.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автомобільного транспорту та транспортних технологій

Протокол від «30» серпня 2022 року № 1

Завідувач автомобільного транспорту та транспортних технологій

_____ (О.В. Головіна)
(підпис) (прізвище та ініціали)

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>Денна форма навчання</td><td>Заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 4</td><td>Галузь знань:<br>27 – «Транспорт»</td><td colspan="2">Нормативна</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Змістовних модулів – 2</td><td rowspan="4">Спеціальність: 274 – «Автомобільний транспорт»<br>Освітня програма:<br>Автомобільний транспорт</td><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр:</td></tr>
<tr><td>4-й</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне науково-дослідне завдання – не передбачене</td><td rowspan="10">РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ:<br>ПЕРШИЙ<br>(БАКАЛАВРСЬКИЙ)</td><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>24 год.</td><td>год.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин: денне – 120, заочне – 120.</td><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td>16 год.</td><td>4 год.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Тижневих годин для денної форми навчання:<br>аудиторних:<br>4-й семестр – 3;<br>самостійної роботи студента:<br>4-й семестр – 4,5.</td><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>8</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>72 год.</td><td>112 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю</td></tr>
<tr><td>4-й семестр – іспит</td><td>4-й семестр – іспит</td></tr>
</table>

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ЗАПЛАНОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

### Мета навчальної дисципліни

**Гідравліка, гідро- та пневмоприводи** як навчальна дисципліна своєю **метою** ставить отримання студентами знань в галузі гідравліки, гідро - та пневмоприводів, необхідних для подальшого опанування спеціальних дисциплін та їх використанню в практичній діяльності за спеціальністю.

### Завдання навчальної дисципліни:

- опанування основ гідравліки,
- знайомство з існуючими типами об'ємних гідромашин та їх конструкціями, принципом дії та основними характеристиками,
- вивчення сучасних типів гідро – та пневмоприводів, методів їх розрахунку.

**У результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати:**

- Основні закони механіки рідких та газоподібних середовищ, моделі течії рідин та газу;
- Принцип дії, будову та характеристики гідро- та пневмомашин,та елементів гідро - пневмоавтоматики;
- Способи управління швидкістю гідромашин, методи підвищення ККД гідроприводів;
- Слідкуючи гідравлічні приводи, їх особливості та області застосування;
- Схеми, принцип дії та основи розрахунку гідро- та пневмоприводів.

**Після вивчення дисципліни студенти повинні вміти:**

- Читати схеми сучасних гідравлічних та пневматичних приводів;
- Розраховувати основні робочі параметри гідро – та пневмосистем;
- Розрахувати трубопроводи та допоміжне обладнання гідроприводів;
- Розрахувати параметри та вибирати елементи гідро- та пневмоприводів;
- Використовувати математичні моделі гідромеханічних явищ і процесів для розрахунку на ЕОМ;
- Визначати основні параметри слідкуючи гідро- та пневмоприводів;
- Проводити експерименти по дослідженню елементів, визначенню характеристик та параметрів.

Відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 27 Транспорт за спеціальністю 274 Автомобільний транспорт вивчення дисципліни «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи» сприяє формуванню **компетентностей та програмних результатів навчання:**

**Загальної компетентності:**

ЗК 2. Здатність застосовувати фахові та фундаментальні знання у професійній діяльності.

**Програмні результати навчання:**

РН 2. Застосовувати знання з фундаментальних наук для вивчення професійно-орієнтованих дисциплін

**На вивчення навчальної дисципліни відводиться <u>120</u> години <u>4</u> кредита ЄКТС.**

## 3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 1
## ГІДРОСТАТИКА, КІНЕМАТИКА ТА ДИНАМІКА РІДИНИ

**Тема 1. Введення**

Предмет и задачі дисципліни „Гідравліка, гідро- та пневмоприводи”. Основні фізичні властивості рідин та газу.

**Література: [**1 с. 3 – 11; 2 с. 6 – 20**]**

**Тема 2. Основи гідростатики**

Гідростатичний тиск і його властивості. Диференціальні рівняння Л.Ейлера рівноваги рідини. Основне рівняння гідростатики. Види напору. Закон Паскаля. Манометричній тиск і вакуум. Прибори для вимірювання тиску. Застосування основного рівняння гідростатики. Відносна рівновага рідини. Сила тиску рідини на криволінійні поверхні. Закон Архімеда. Плавання тіл.

**Література: [**1 с.12 – 27; с. 21 – 80**]**

**Тема 3. Одномірний рух рідини**

Основні поняття кінематики рідини. Диференціальні рівняння Л. Ейлера руху ідеальної нестисливої рідини. Рівняння Д. Бернуллі для ідеальної нев’язкої рідини. Основні характеристики потоку рідини. Рівняння енергії для усталеного потоку в’язкої нестисливої рідини. Диференціальні рівняння руху в'язкої рідини (рівняння Нав’є - Стокса)Рівняння Д. Бернуллі для елементарної струминки нев’язкої стисливої рідини при усталеному русі. Рівняння енергії для усталеного потоку в’язкої стисливої рідини. Практичне застосування рівняння Бернуллі для визначення швидкості та витрати рідини.

**Література: [**1 с. 28 – 63; с. 80 – 91, 109 – 134**]**

**Тема 4. Місцеві гідравлічні опори**

Види гідравлічних опорів. Формула Вейсбаха. Коефіцієнт місцевого опору технічних пристроїв.

**Література: [**1 с. 71 – 87; 2 с. 149 – 160**]**

**Тема 5. Гідравлічні опори при русі рідини в довгих циліндричних трубах**

Ламінарний і турбулентний режими течії рідини. Число Рейнольдса та його критичне значення. Характеристики ламінарного руху рідини в трубах. Характеристики турбулентного руху рідини в трубах. Втрати напору по довжині при русі в’язкої нестисливої рідини в трубах.

**Література: [**1 с. 64 – 87; 2 с. 137 – 160**]**

**Тема 6. Витікання рідини через отвори і насадки**

Витікання рідини через отвори і насадки при сталому напорі. Модуль витрати. Типи насадок, їх характеристики і основні параметри при витіканні. Витікання рідини при змінному напорі.

**Література: [**2, 3, 4**]**

**Тема 7. Гідравлічний розрахунок трубопроводів**

Класифікація трубопроводів. Розрахунок простих трубопроводів Розрахунок розгалужених трубопроводів. Розрахунок трубопроводів із роздачею рідини. Розрахунок трубопроводів із насосною установкою. Гідравлічний удар в трубопроводах. Формула Жуковського Н.Е. Практичне застосування гідроудару.

**Література: [**1 с. 88 – 103; 2 с. 161 – 193**]**

## ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 2
## ОБЄМНІ ГІДРОМАШИНИ, ГІДРО – ПНЕВМОПРИВОДИ ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТИ

**Тема 8. Загальні відомості про гідро – та пневмомашини**

Насоси і гідро двигуни. Класифікація насосів. Принцип дії динамічних і об'ємних насосів. Основні параметри насосів: подача (витрата), напір, потужність, ККД.

**Література:** [1 с.104 - 137]

**Тема 9. Лопатеві гідромашини**

Схеми одноступінчатих відцентрових насосів. Типи відцентрових насосів. Рух рідини в робочому колесі відцентрового насосу. Рівняння Ейлера для насосу та турбіни. Теоретичний напір насоса. Корисний напір. Втрати енергії в насосі. ККД насоса. Основи теорії подоби насосів. Формули подоби. Коефіцієнт швидкохідності лопатевих насосів. Робочі характеристики лопатевих гідромашин. Застосування формул подоби для перерахування характеристик насосів. Насосна установка. Розрахунок трубопроводу з насосною подачею. Регулювання подачі. Послідовне і рівнобіжне з'єднання насосів. Кавітація в лопатевих насосах. Кавітаційна характеристика. Кавітаційний запас. Формула С.С.Руднєва.

**Література:** [1,с. 134...141; 2, с. 4...5; 2 с. 219 - 227]

**Тема 10. Гідродинамічні передачі**

Призначення й області застосування гідродинамічних передач. Принцип дії і класифікація. Робочий процес та характеристика гідромуфти. Основні типи гідродинамічних муфт. Будова та робочий процес гідротрансформатора. Сумісна робота гідротрансформатора з ДВЗ. Гідромеханічна трансмісія автомобіля.

**Література:** [2, с. 114...139]

**Тема 11. Загальні положення про об'ємні гідромашини. Об'ємні гідроприводи**

Об'ємні насоси, принцип дії, загальні властивості і класифікація. Будова і область застосування поршневих і плунжерних насосів. Індикаторна діаграма. ККД поршневих насосів. Діафрагмові насоси. Класифікація роторних насосів, загальні властивості й область застосування. Будова і особливості роторних насосів різних типів: а) роторно – поршневих; б) пластинчатих (шиберних); в) шестеренних; г) гвинтових. Визначення робочих об'ємів. Подача. Регулювання подачі. Силові гідро двигуни їхнє призначення й будова. Гідро – і пневмоциліндри. Ущільнення. Розрахунок гідро циліндрів. Поворотні гідро двигуни. Роторні гідро двигуни – гідромотори. Принцип дії об'ємного гідроприводу. Основні поняття. Принципові схеми гідроприводів. Класифікація об'ємних гідроприводів . Робочі рідини застосовувані в гідроприводах.

**Література:** [2, с. 114...139]

**Тема 12. Гідроапаратура й інші елементи гідроприводу**

Розподільні устрої. Призначення, принцип дії й основні типи (золотникові, кранові, клапанні). Клапани. Принцип дії, устрій і характеристики. Дросельні устрої. Призначення, принцип дії і характеристики. Фільтри. Гідроакумулятори. Гідро лінії. Позначення гідроапаратів і елементів на схемах. Схеми гідроприводу з замкнутою і розімкнутою циркуляцією, із дросельним і об'ємним регулюванням. Порівняння різних способів регулювання гідроприводу. Золотниковий підсилювач. Будова підсилювача типу "сопло – заслінка". Струминні пристрої.

**Література:** [3, с. 88...102]

**Тема 13. Пневматичні приводи. Гідравлічні та пневматичні слідкуючи приводи**

Загальна характеристика пневматичних приводів. Робочі середовища пневмоприводів. Системи підготовки стиснутого повітря. Пневматичні двигуни. Пневматична апаратура. Розрахунок пневматичних приводів. Призначення, принцип дії, схема й область застосування слідкуючого гідропневмоприводу. Гідравлічні слідкуючи приводи. Пневматичні слідкуючи приводи.

**Література: [**2. с. 140...149; 3, с. 88...102**]**

## 4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| № з/п | Назва змістовних модулів та тем | Кількість годин | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Денна форма** | | | | |
| | | Всього | у тому числі | | | |
| | | | лекц. | прак. | лаб. | с. р. |
| | **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 1 ГІДРОСТАТИКА, КІНЕМАТИКА ТА ДИНАМІКА РІДИНИ** | | | | | |
| 1. | Тема 1. Введення | 4 | 1 | | | 3 |
| 2. | Тема 2. Основи гідростатики | 4 | 1 | | | 3 |
| 3. | Тема 3. Одномірний рух рідини | 12 | 2 | 2 | 2 | 6 |
| 4. | Тема 4. Місцеві гідравлічні опори | 12 | 2 | 2 | 2 | 6 |
| 5. | Тема 5. Гідравлічні опори при русі рідини в довгих циліндричних трубах | 11 | 2 | 1 | 2 | 6 |
| 6. | Тема 6. Витікання рідини через отвори і насадки | 11 | 2 | 1 | 2 | 6 |
| 7. | Тема 7. Гідравлічний розрахунок трубопроводів | 10 | 2 | 2 | | 6 |
| | **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 2 ОБЄМНІ ГІДРОМАШИНИ, ГІДРО – ПНЕВМОПРИВОДИ ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТИ** | | | | | |
| 8. | Тема 8. Загальні відомості про гідро – та пневмомашини | 8 | 2 | | | 6 |
| 9. | Тема 9. Лопатеві гідромашини. Експлуатаційні розрахунки лопатевих насосів | 10 | 2 | 2 | | 6 |
| 10. | Тема 10. Гідродинамічні передачі | 10 | 2 | 2 | | 6 |
| 11. | Тема 11. Загальні положення про об’ємні гідромашини. Об’ємні гідроприводи. | 10 | 2 | 2 | | 6 |
| 12. | Тема 12. Гідроапаратура й інші елементи гідроприводу | 8 | 2 | | | 6 |
| 13. | Тема 13. Пневматичні приводи. Гідравлічні та пневматичні слідкуючи приводи | 10 | 2 | 2 | | 6 |
| **Всього:** | | **120** | **24** | **16** | **8** | **72** |

| № з/п | Назва змістовних модулів та тем | Кількість годин | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Заочна форма** | | | | |
| | | Всього | у тому числі | | | |
| | | | лекц. | прак. | лаб. | с. р. |
| | **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 1 ГІДРОСТАТИКА, КІНЕМАТИКА ТА ДИНАМІКА РІДИНИ** | | | | | |
| 1. | Тема 1. Введення | 3,5 | 0,5 | | | 3 |
| 2. | Тема 2. Основи гідростатики | 6,5 | 0,5 | | | 6 |
| 3. | Тема 3. Одномірний рух рідини | 10,5 | 0,5 | 2 | | 8 |
| 4. | Тема 4. Місцеві гідравлічні опори | 8,5 | 0,5 | | | 8 |
| 5. | Тема 5. Гідравлічні опори при русі рідини в довгих циліндричних трубах | 9 | 1 | | | 8 |
| 6. | Тема 6. Витікання рідини через отвори і насадки | 13 | 1 | 2 | 2 | 8 |
| 7. | Тема 7. Гідравлічний розрахунок трубопроводів | 13 | 2 | 2 | | 9 |
| | **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 2 ОБЄМНІ ГІДРОМАШИНИ, ГІДРО – ПНЕВМОПРИВОДИ ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТИ** | | | | | |
| 8. | Тема 8. Загальні відомості про гідро – та пневмомашини | 9 | 1 | | | 8 |
| 9. | Тема 9. Лопатеві гідромашини. Експлуатаційні розрахунки лопатевих насосів | 9 | | | | 9 |
| 10. | Тема 10. Гідродинамічні передачі | 9 | 1 | | | 8 |
| 11. | Тема 11. Загальні положення про об’ємні гідромашини. Об’ємні гідроприводи. | 11 | 1 | 2 | | 8 |
| 12. | Тема 12. Гідроапаратура й інші елементи гідроприводу | 9 | | | | 9 |
| 13. | Тема 13. Пневматичні приводи. Гідравлічні та пневматичні слідкуючи приводи | 9 | 1 | | | 8 |
| **Всього:** | | **120** | **10** | **8** | **2** | **100** |

## 5. ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

| № з/п | Назва теми, план | Кількість годин |
|---|---|---|
| | **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 1<br>ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РУХОМИЙ СКЛАД АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ** | |
| 1. | **Тема 1. Введення**<br>1. Предмет и задачі дисципліни „Гідравліка, гідро- та пневмоприводи”.<br>2. Основні фізичні властивості рідин та газу. | 1 |
| 2. | **Тема 2. Основи гідростатики**<br>1. Гідростатичний тиск і його властивості.<br>2. Диференціальні рівняння Л.Ейлера рівноваги рідини.<br>3. Основне рівняння гідростатики.<br>4. Види напору. Закон Паскаля.<br>5. Манометричній тиск і вакуум.<br>6. Прибори для вимірювання тиску.<br>7. Застосування основного рівняння гідростатики.<br>8. Відносна рівновага рідини.<br>9. Сила тиску рідини на криволінійні поверхні.<br>10. Закон Архімеда.<br>11. Плавання тіл. | 1 |
| 3. | **Тема 3. Одномірний рух рідини**<br>1. Основні поняття кінематики рідини.<br>2. Диференціальні рівняння Л. Ейлера руху ідеальної нестисливої рідини.<br>3. Рівняння Д. Бернуллі для ідеальної нев’язкої рідини.<br>4. Основні характеристики потоку рідини.<br>5. Рівняння енергії для усталеного потоку в’язкої нестисливої рідини.<br>6. Диференціальні рівняння руху в'язкої рідини (рівняння Нав’є - Стокса).<br>7. Рівняння Д. Бернуллі для елементарної струминки нев’язкої стисливої рідини при усталеному русі.<br>8. Рівняння енергії для усталеного потоку в’язкої стисливої рідини.<br>9. Практичне застосування рівняння Бернуллі для визначення швидкості та витрати рідини. | 2 |
| 4. | **Тема 4. Місцеві гідравлічні опори**<br>1. Види гідравлічних опорів.<br>2. Формула Вейсбаха.<br>3. Коефіцієнт місцевого опору технічних пристроїв. | 2 |
| 5. | **Тема 5. Гідравлічні опори при русі рідини в довгих циліндричних трубах**<br>1. Ламінарний і турбулентний режими течії рідини.<br>2. Число Рейнольдса та його критичне значення.<br>3. Характеристики ламінарного руху рідини в трубах.<br>4. Характеристики турбулентного руху рідини в трубах.<br>5. Втрати напору по довжині при русі в’язкої нестисливої рідини в трубах. | 2 |
| 6. | **Тема 6. Витікання рідини через отвори і насадки** | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| | 1. Витікання рідини через отвори і насадки при сталому напорі.<br>2. Модуль витрати.<br>3. Типи насадок, їх характеристики і основні параметри при витіканні.<br>4. Витікання рідини при змінному напорі. | |
| 7. | **Тема 7. Гідравлічний розрахунок трубопроводів**<br>Класифікація трубопроводів.<br>1. Розрахунок простих трубопроводів.<br>2. Розрахунок розгалужених трубопроводів.<br>3. Розрахунок трубопроводів із роздачею рідини.<br>4. Розрахунок трубопроводів із насосною установкою.<br>5. Гідравлічний удар в трубопроводах.<br>6. Формула Жуковського Н.Е.<br>7. Практичне застосування гідроудару. | 2 |
| **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 2.<br>ОБЄМНІ ГІДРОМАШИНИ, ГІДРО – ПНЕВМОПРИВОДИ<br>ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТИ** | | |
| 8. | **Тема 8. Загальні відомості про гідро – та пневмомашини**<br>1. Насоси і гідро двигуни.<br>2. Класифікація насосів.<br>3. Принцип дії динамічних і об’ємних насосів.<br>4. Основні параметри насосів: подача (витрата), напір, потужність, ККД. | 2 |
| 9. | **Тема 9. Лопатеві гідромашини. Експлуатаційні розрахунки лопатевих насосів**<br>1. Схеми одноступінчатих відцентрових насосів.<br>2. Типи відцентрових насосів.<br>3. Рух рідини в робочому колесі відцентрового насосу.<br>4. Рівняння Ейлера для насосу та турбіни. Теоретичний напір насоса.<br>5. Корисний напір.<br>6. Втрати енергії в насосі. ККД насоса.<br>7. Основи теорії подоби насосів.<br>8. Формули подоби.<br>9. Коефіцієнт швидкохідності лопатевих насосів.<br>10. Робочі характеристики лопатевих гідромашин.<br>11. Застосування формул подоби для перерахування характеристик насосів.<br>12. Насосна установка.<br>13. Розрахунок трубопроводу з насосною подачею.<br>14. Регулювання подачі.<br>15. Послідовне і рівнобіжне з’єднання насосів.<br>16. Кавітація в лопатевих насосах.<br>17. Кавітаційна характеристика.<br>18. Кавітаційний запас.<br>19. Формула С.С.Руднєва. | 2 |
| 10. | Тема 10. **Гідродинамічні передачі**<br>1. Призначення й області застосування гідродинамічних передач.<br>2. Принцип дії і класифікація.<br>3. Робочий процес та характеристика гідромуфти.<br>4. Основні типи гідродинамічних муфт.<br>5. Будова та робочий процес гідротрансформатора.<br>6. Сумісна робота гідротрансформатора з ДВЗ. | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| | 7. Гідромеханічна трансмісія автомобіля. | |
| 11. | **Тема 11. Загальні положення про об'ємні гідромашини. Об'ємні гідроприводи**<br>1. Об'ємні насоси, принцип дії, загальні властивості і класифікація.<br>2. Будова і область застосування поршневих і плунжерних насосів.<br>3. Індикаторна діаграма.<br>4. ККД поршневих насосів.<br>5. Діафрагмові насоси.<br>6. Класифікація роторних насосів, загальні властивості й область застосування.<br>7. Будова і особливості роторних насосів різних типів: а) роторно – поршневих; б) пластинчатих (шиберних); в) шестеренних; г) гвинтових.<br>8. Визначення робочих об'ємів.<br>9. Подача.<br>10. Регулювання подачі.<br>11. Силові гідро двигуни їхнє призначення й будова.<br>12. Гідро – і пневмоциліндри. Ущільнення. Розрахунок гідро циліндрів. Поворотні гідро двигуни. Роторні гідро двигуни – гідромотори.<br>13. Принцип дії об'ємного гідроприводу.<br>14. Основні поняття.<br>15. Принципові схеми гідроприводів.<br>16. Класифікація об'ємних гідроприводів.<br>17. Робочі рідини застосовувані в гідроприводах. | 2 |
| 12. | **Тема 12. Гідроапаратура й інші елементи гідроприводу. Апаратура розподілу і керування гідроприводу**<br>1. Розподільні устрої.<br>2. Призначення, принцип дії й основні типи (золотникові, кранові, клапанні).<br>3. Клапани.<br>4. Принцип дії, устрій і характеристики.<br>5. Дросельні устрої.<br>6. Призначення, принцип дії і характеристики.<br>7. Фільтри.<br>8. Гідроакумулятори.<br>9. Гідро лінії.<br>10. Позначення гідроапаратів і елементів на схемах.<br>11. Схеми гідроприводу з замкнутою і розімкнутою циркуляцією, із дросельним і об'ємним регулюванням.<br>12. Порівняння різних способів регулювання гідроприводу.<br>13. Золотниковий підсилювач.<br>14. Будова підсилювача типу "сопло – заслінка".<br>15. Струминні пристрої. | 2 |
| 13. | **Тема 13. Пневматичні приводи. Гідравлічні та пневматичні слідкуючи приводи**<br>1. Загальна характеристика пневматичних приводів.<br>2. Робочі середовища пневмоприводів.<br>3. Системи підготовки стиснутого повітря. | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| | 4. Пневматичні двигуни.<br>5. Пневматична апаратура.<br>6. Розрахунок пневматичних приводів.<br>7. Призначення, принцип дії, схема й область застосування слідкуючого гідропневмоприводу.<br>8. Гідравлічні слідкуючи приводи.<br>**9.** Пневматичні слідкуючи приводи. | |
| | **Всього:** | **24** |

## 6. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|---|---|---|
| 1 | **Не передбачено** | |

## 7. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

| № з/п | Назва теми, план | Кількість годин |
|---|---|---|
| | **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 1<br>ГІДРОСТАТИКА, КІНЕМАТИКА ТА ДИНАМІКА РІДИНИ** | |
| 1. | **Практична робота № 1**. Визначення гідростатичного тиску в резервуарах. | 2 |
| 2. | **Практична робота № 2**. Сила гідростатичного тиску на плоскі та криволінійні поверхні | 2 |
| 3. | **Практична робота № 3**. Витікання рідини через отвори і насадки. | 2 |
| 4. | **Практична робота № 4**. Використання рівняння Бернуллі при розрахунках течії рідини в трубопроводах | 2 |
| | **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 2.<br>ОБЄМНІ ГІДРОМАШИНИ, ГІДРО – ПНЕВМОПРИВОДИ<br>ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТИ** | |
| 5. | **Практична робота № 5**. Робота відцентрового насосу на трубопровід. | 2 |
| 6. | **Практична робота № 6**. Графіки подачі поршневих та роторних насосів. | 2 |
| 7. | **Практична робота № 7**. Розрахунок об’ємних гідроприводів. | 2 |
| 8. | **Практична робота № 8**. Розрахунок пневматичного вакуумного підсилювача. | 2 |
| | **Всього:** | **16** |

## 8. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

| № з/п | Назва теми, план | Кількість годин |
|---|---|---|
| | **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 1<br>ГІДРОСТАТИКА, КІНЕМАТИКА ТА ДИНАМІКА РІДИНИ** | |
| 1. | **Лабораторна робота № 1.** Прилади для вимірювання рівня,витрати рідини і гідростатичного тиску. | 2 |
| 2. | **Лабораторна робота № 2.** Вимірювання гідростатичного тиску в рідинах та газу. | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| 3. | **Лабораторна робота № 3.** Визначення форми вільної поверхні рідини в циліндричній обертовій ємності. | 2 |
| 4. | **Лабораторна робота № 4.** Вивчення рівняння Бернуллі і побудова п'єзометричної і напірної лінії. | 2 |
| | **Всього:** | **8** |

## 9. САМОСТІЙНА РОБОТА

| № з/п | Назва теми, план | Кількість годин |
|---|---|---|
| | **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 1**<br>**ГІДРОСТАТИКА, КІНЕМАТИКА ТА ДИНАМІКА РІДИНИ** | |
| 1. | **Тема 1. Введення**<br>1. Опрацювання лекційного матеріалу,<br>2. Самостійне опрацювання теоретичного питання:<br>Основні фізичні властивості рідин та газу<br>3. Підготовка до практичного заняття | 3 |
| 2. | **Тема 2. Основи гідростатики**<br>1. Опрацювання лекційного матеріалу,<br>2. Самостійне опрацювання теоретичних питань:<br>2.1) Манометричній тиск і вакуум.<br>2.2)Прибори для вимірювання тиску.<br>3. Підготовка до лабораторного заняття. | 3 |
| 3. | **Тема 3. Одномірний рух рідини**<br>1. Опрацювання лекційного матеріалу,<br>2. Самостійне опрацювання теоретичного питання:<br>Основні характеристики потоку рідини.<br>3. Підготовка до практичного заняття. | 6 |
| 4. | **Тема 4. Місцеві гідравлічні опори**<br>1. Опрацювання лекційного матеріалу,<br>2. Самостійне опрацювання теоретичного питання:<br>Види гідравлічних опорів.<br>3. Підготовка до практичного заняття. | 6 |
| 5. | **Тема 5. Гідравлічні опори при русі рідини в довгих циліндричних трубах**<br>1. Опрацювання лекційного матеріалу,<br>2. Самостійне опрацювання теоретичного питання:<br>Ламінарний і турбулентний режими течії рідини<br>3. Підготовка до лабораторного заняття | 6 |
| 6. | **Тема 6. Витікання рідини через отвори і насадки**<br>1. Опрацювання лекційного матеріалу,<br>2. Самостійне опрацювання теоретичного питання:<br>Типи насадок, їх характеристики і основні параметри при витіканні Функціональна взаємозамінність.<br>3. Підготовка до лабораторного заняття. | 6 |
| 7. | **Тема 7. Гідравлічний розрахунок трубопроводів**<br>1. Опрацювання лекційного матеріалу,<br>2. Самостійне опрацювання теоретичного питання:<br>Практичне застосування гідроудару.<br>3. Підготовка до практичного заняття.<br>4. Виконання домашнього завдання. | 6 |

| | | |
|---|---|---|
| **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ № 2.<br>ОБЄМНІ ГІДРОМАШИНИ, ГІДРО – ПНЕВМОПРИВОДИ<br>ТА ЇХ ЕЛЕМЕНТИ** | | |
| 8. | **Тема 8. Загальні відомості про гідро – та пневмомашини**<br>1. Опрацювання лекційного матеріалу,<br>2. Самостійне опрацювання теоретичного питання:<br>Класифікація насосів.<br>3. Підготовка до практичного заняття.<br>4. Виконання домашнього завдання. | 6 |
| 9. | **Тема 9. Лопатеві гідромашини. Експлуатаційні розрахунки лопатевих насосів**<br>1. Опрацювання лекційного матеріалу,<br>2. Самостійне опрацювання теоретичного питання:<br>2.1)Схеми одноступінчатих відцентрових насосів.<br>2.2ЇТипи відцентрових насосів.<br>3. Підготовка до практичного заняття.<br>4. Виконання домашнього завдання. | 6 |
| 10. | **Тема 10. Гідродинамічні передачі**<br>1. Опрацювання лекційного матеріалу,<br>2. Самостійне опрацювання теоретичного питання:<br>Призначення й області застосування гідродинамічних передач.<br>3. Підготовка до практичного заняття. | 6 |
| 11. | **Тема 11. Загальні положення про об'ємні гідромашини. Об'ємні гідроприводи**<br>1. Опрацювання лекційного матеріалу,<br>2. Самостійне опрацювання теоретичного питання:<br>Робочі рідини застосовувані в гідроприводах..<br>3. Підготовка до практичного заняття.<br>4. Виконання домашнього завдання. | 6 |
| 12. | **Тема 12. Гідроапаратура й інші елементи гідроприводу. Апаратура розподілу і керування гідроприводу**<br>1. Опрацювання лекційного матеріалу,<br>2. Самостійне опрацювання теоретичного питання:<br>2.1)Розподільні устрої.<br>2.2)Призначення, принцип дії й основні типи (золотникові, кранові, клапанні).<br>3. Підготовка до практичного заняття. | 6 |
| 13. | **Тема 13. Пневматичні приводи. Гідравлічні та пневматичні слідкуючи приводи**<br>1. Опрацювання лекційного матеріалу,<br>2. Самостійне опрацювання теоретичного питання:<br>2.1)Загальна характеристика пневматичних приводів.<br>2.2)Робочі середовища пневмоприводів.<br>3. Підготовка до практичного заняття. | 6 |
| | **Всього:** | **72** |

## 10. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

При викладанні дисципліни «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи» застосовуються такі методи навчання:

- лекції при викладанні теоретичного матеріалу;
- практичні заняття із запропонованих питань з теми;
- лабораторні заняття;

- самостійне опрацювання студентом теоретичних та практичних питань курсу з використанням рекомендованої літератури.

## 11. ФОРМИ КОНТРОЛЮ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

У процесі вивчення навчальної дисципліни «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи» використовуються наступні види контролю:

1. Поточний – здійснюється шляхом опитування на семінарських заняттях. За змістом він включає перевірку ступеню засвоєння студентом навчального матеріалу, який охоплюється темою лекційного та практичного заняття, уміння самостійно опрацьовувати навчально-методичну літературу, здатність осмислювати зміст теми, уміння публічно та письмово представити певний матеріал, уміння виконувати інженерні розрахункми елементів машин і конструкцій а також виконання завдань самостійної роботи.

2. Підсумковий – здійснюється шляхом визначення ступеню засвоєння студентом навчальної дисципліни. Цим видом контролю завершується вивчення навчальної дисципліни. Завданням іспиту є перевірка знань студента з навчальної дисципліни, ступеню засвоєння окремих тем курсу та курсу загалом, здатності використовувати та синтезувати отримані знання, уміння виконувати розрахунки на міцність, жорсткість і стійкість елементів машин та конструкцій з урахуванням особливостей їх експлуатації.

Для оцінювання відповідей студентів з навчальної дисципліни «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи» використовуються наступні критерії:

– рівню «відмінно» відповідає теоретично правильна і вичерпна відповідь на поставлене питання, у якій студент показав всебічне системне знання програмного матеріалу; засвоєння основної та додаткової літератури; чітке володіння понятійним апаратом, методами, методиками та інструментами, вивчення яких передбачене програмою дисципліни; уміння використовувати знання для рішення практичних задач інженерних розрахунків елементів машин і конструкцій;

– рівню «добре» відповідає теоретично правильна, але не вичерпна відповідь на поставлене запитання, в цілому повне знання програмного матеріалу, успішне виконання запропонованого практичного завдання і засвоєння матеріалу основної літератури;

– рівню «задовільно» відповідає у цілому правильна відповідь на поставлене питання, в якій студент показав достатній рівень знань з основного програмного матеріалу дисципліни, але не зміг переконливо аргументувати свою відповідь, помилився у виконанні практичного завдання, показав недостатні знання рекомендованої літератури;

– рівню «незадовільно» відповідає неправильна або неповна відповідь на запитання, у якій студент продемонстрував значні прогалини у знаннях з основного програмного матеріалу; ухилився від аргументувань; не зміг виконати практичне завдання; показав незадовільні знання понятійного апарату і спеціальної літератури чи взагалі нічого не відповів.

Обов’язковим для успішного завершення вивчення навчальної дисципліни «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи» є:

– відвідування усіх без виключення лекційних та практичних занять, а в разі неможливості бути присутнім – їх відпрацювання;

– участь в розв’язуванні інженерних задач за темою на практичних заняттях;

– усні виступи на практичних заняттях, участь в дискусії.

## РОЗПОДІЛ БАЛІВ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО (СЕМЕСТРОВОГО) ОЦІНЮВАННЯ

| Контрольний захід | Бали |
|---|---|
| **Модуль №1** | **40** |
| Практична робота 1 | 3 |
| Лабораторна робота 1 | 3 |

| | |
|---|---|
| Практична робота 2 | 3 |
| Лабораторна робота 2 | 3 |
| Практична робота 3 | 3 |
| Лабораторна робота 3 | 3 |
| Практична робота 4 | 3 |
| Лабораторна робота 4 | 3 |
| Контрольна робота 1 | 16 |
| **Модуль №2** | **40** |
| Практична робота 5 | 6 |
| Практична робота 6 | 6 |
| Практична робота 7 | 6 |
| Практична робота 8 | 6 |
| Контрольна робота 2 | 16 |
| **Екзамен** | **20** |
| **Разом** | **100** |

**Переведення балів внутрішньої 100-бальної шкали оцінювання в 4-бальну національну шкалу та 7-бальну шкалу ECTS**

| **Оцінка в балах** | **Оцінка за національною шкалою** | **Оцінка за шкалою ECTS** | |
|---|---|---|---|
| | | **Оцінка** | **Пояснення** |
| 90-100 | Відмінно | A | Відмінно |
| 82–89 | Добре | B | Дуже добре |
| 75–81 | | C | Добре |
| 67–74 | Задовільно | D | Задовільно |
| 60–66 | | E | Достатньо |
| 35–59 | Незадовільно | FX | Незадовільно |
| 1–34 | | F | Незадовільно |

**Питання для самоконтролю студентів з дисципліни**

1. Чим відрізняються рідини від твердих тіл та газів?
2. Який взаємозв’язок між густиною і питомою вагою рідин? Укажіть їх розмірність в одиницях СІ та в других системах одиниць.
3. Що називається коефіцієнтом об’ємного стиску рідини? Який його зв’язок з модулем пружності?
4. Що називається в’язкістю рідини? У чому складається закон в’язкого тертя Ньютона?
5. У чому складається принципова різниця між силою внутрішнього тертя у рідинах і силами тертя при відносним переміщенні твердих тіл?
6. Який зв’язок між динамічним та кінематичним коефіцієнтами в’язкості? Вкажіть їх розмірність в одиницях СІ та в одиницях других систем вимірювання?
7. Вкажіть властивості ідеальної рідини. З якої ціллю в гідравліки введено поняття об ідеальної рідини? В яких випадках при практичних розрахунках рідину можна вважати ідеальною?
8. Що називається гідростатичним тиском?
9. Які основні властивості гідростатичного тиску?
10. Роз’ясніть фізичний смисл величин, вхідних в диференційне рівняння рівноваги рідини Ейлера?

11. Що таке поверхня рівного тиску і яка її форма та рівняння при абсолютному покої рідини , в разі руху посудини по горизонтальної плоскості з прискоренням, при обертанні посудини біля вертикальної осі?
12. Як формулюється закон Паскаля та який його зв'язок з основним рівнянням гідростатики?
13. Приведіть приклади гідравлічних установок при дії котрих застосовується закон Паскаля?
14. Чому рівняється п'єзометрична висота (в м вод. ст.) для атмосферного тиску?
15. Чому центр тиску знаходиться нижче центра ваги змоченої поверхні похилої плоскої стінки?
16. Сформулюйте закон Архімеда. В яких випадках положення судна буде остійним та не остійним?
17. Що називається живим перерізом потоку?
18. Дайте визначення і приведіть приклади основних видів руху рідини?
19. У чому різниця між середньої і реальної швидкістю? Як вона обчислюється?
20. У чому заключається геометричний та фізичний смисл рівняння Бернуллі?
21. Які існують обмеження в користуванні рівняння Бернуллі?
22. Коли лінія повної енергії і п'єзометрична лінія паралельна? Коли в напрямку руху ці лінії зближаються і коли віддаляються одна від одної?
23. Які наслідки виникнення витрат напору при руху в'язкої рідини? Дайте визначення поняттю «гідравлічні втрати напору».
24. Які опори називаються місцевими?
25. По якій формулі визначаються витрати, викликані місцевими опорами?
26. Як визначити витрату напору при раптовому розширенні трубопроводу?
27. В якому перерізі береться середня швидкість, вхідна в формулу витрат?
28. У чому складається принцип накладення витрат?
29. Як визначається коефіцієнт опору системи трубопроводів?
30. Від яких характеристик потоку залежить режим руху рідини?
31. З чого складається різниця турбулентної течії від ламінарної?
32. Пояснити фізичний смисл і практичне значення критерію Рейнольдса.
33. Від яких параметрів залежать витрати на тертя по довжині при ламінарної течії рідини?
34. Від яких факторів залежить коефіцієнт гідравлічного тертя при турбулентній течії і за якими формулах його можна визначити?
35. Назвіть особливості розрахунку витрат на тертя по довжині для не круглих трубопроводів.

36. Які трубопроводи називають короткими та довгими? У чому різниця гідравлічного розрахунку таких трубопроводів?
37. Розказати методику рішення типових задач розрахунку простого короткого трубопроводу.
38. Яка особливість розрахунку трубопроводів з паралельним з'єднаним ліній?
39. У чому особливість розрахунку трубопроводів з насосною роздачею?
40. Напишіть формулу для визначення інерційного напору. Роз'яснить фізичний смисл вхідних в цю формулу величин.
41. Назвіть від чого залежить швидкість розповсюдження ударної хвилі?
42. Що називається прямим і непрямим ударом?
43. Як обчислюється витрата при витіканні рідини через отвори та насадки при постійному напорі?
44. Як можна обчислити величину вакууму, що виникає в насадку при витіканні рідини?
45. Яка принципова різниця в розрахунках коефіцієнта гідравлічного тертя в трубах круглого та не круглого перерізу?

46. Яке явище називається облітерацією?
47. Як визначити втрату на тертя у випадку неізотермічної течії рідини в трубі?
48. Від чого залежить величина витрати рідини в плоских та кільцевих зазорах?
49. Сформулюйте теорему про зміну кількості руху?
50. Чому дорівнює реактивна сила взаємодії між струминкою та твердим тілом?
51. Чому дорівнює реактивний тиск струминки на плоску стінку? На ковшову стінку?
52. Яке практичне пристосування активної та реактивної сил взаємодії між струминкою та твердої перешкодою?
53. На якій поверхні найбільша активна сила струминки?
54. Які основні вузли містять гідро- та пневмоприводи?
55. Які переваги має гідропривід по порівнянні з електроприводом?
56. Які переваги пневматичного приводу у порівнянні з гідроприводом?
57. Недоліки гідро- та пневмоприводів.
58. Як визначити необхідну потужність двигуна насоса? Як вона виражається через напір і тиск?
59. Відношенню яких величин рівні відповідно: об'ємний, гідравлічний, механічний і повний ККД насоса?
60. Якщо геометричні напори на вході і на виході з насоса різні, то який з них звичайно буває більшим? Як це позначається на розходженні між манометричним і повним напорами насоса?
61. Як розташується рівень рідини в п'єзометрі щодо рівня у відкритому прийомному резервуарі, якщо п'єзометр до усмоктувальної труби приєднати перед входом у насос?
62. Як розташується рівень рідини в п'єзометрі щодо рівня у відкритому напірному резервуарі, якщо п'єзометр приєднати до нагнітальної труби в самому її початку?
63. Дайте визначення лопатевого насоса. Поясніть будову і принцип дії відцентрового насоса.
64. Яке призначення робочого колеса і спіральної камери відцентрового насоса?
65. У чому полягає силова взаємодія робочого колеса з рідиною у відцентровому насосі?
66. Від яких величин залежить теоретичний напір відцентрового насоса?
67. Який якісний зв'язок між напором і подачею у відцентровому насосі?
68. Які види втрат енергії мають місце в лопатевому насосі? З яких причин виникають у насосі механічні, об'ємні і гідравлічні втрати?
69. Для чого необхідно знати робочу характеристику насоса?
70. Чому робоча характеристика насоса може бути отримана лише дослідним шляхом?
71. Яке практичне значення має застосування теорії подоби лопатевих насосів? Що таке коефіцієнт швидкохідності, і для чого він служить?
72. Чому виникає необхідність перерахування робочої характеристики насоса на іншу частоту обертання робочого колеса?
73. Яка класифікація лопатевих насосів за коефіцієнтом швидкохідності?
74. Як визначається напір насоса за показниками вимірювальних приборів?
75. Як визначається подача і потужність насоса, що працює в мережі?
76. Як регулюється подача лопатевого насоса?
77. Як враховуються втрати напору при підборі насоса для роботи в мережі?
78. Від чого залежить геометрична висота усмоктування насоса? Як вона визначається?
79. Що таке коефіцієнт кавітації?
80. Які недоліки та переваги мають вихрові та струмкові насоси?
81. Назвіть області застосування вихрових та струмкових насосів?
82. Чим відрізняються робочі характеристики вихрового і відцентрового насоса?
83. Які основні параметри характеризують режим роботи струмкового насоса?
84. Які втрати енергії враховує загальний ККД насоса?

85. Які типи лопатевих гідро- та пневмодвигунів Ви знаєте?
86. Яку будову та характеристику має доцентрова лопатева турбіна?
87. Яку будову та характеристику має лопатевий пневмодвигун?
88. Принцип роботи турбонагнітача двигунів внутрішнього згорання?
89. Дайте визначення гідродинамічної передачі; Її призначення, область застосування і класифікація .
90. Який принцип дії гідродинамічних передач? Де вони застосовуються?
91. Які основні параметри гідромуфт і гідротрансформаторів?
92. Які основні вимоги, пропоновані до робочих рідин гідродинамічних передач?
93. З яких основних елементів складається гідромуфта?
94. У чому полягає робочий процес гідромуфти?
95. Що називається передатним відношенням і ковзанням гідромуфти?
96. Що являє собою момент на характеристика гідромуфти?
97. .Які основні конструктивні розходження між гідромуфтою і гідротрансформатором?
98. Що називається коефіцієнтом трансформації?
99. Що таке комплексні гідротрансформатори?
100. Що називається подачею насоса? Способи регулювання подачі насосів.
101. Що називається індикаторною потужністю, індикаторним тиском?
102. Що є робочою камерою в шестеренному і пластинчатому насосах?
103. Чим відрізняються робочі характеристики об’ємних і лопатевих насосів?

## 12. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Освітньо-професійна програма підготовки бакалавра студентів галузі знань 27 – «Транспорт» напряму підготовки 274 – «Автомобільний транспорт».
2. Освітньо-кваліфікаційна характеристика підготовки бакалавра студентів галузі знань 27 – «Транспорт» напряму підготовки 274 – «Автомобільний транспорт».
3. Навчальна програма дисципліни «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи».
4. Робоча програма дисципліни «Гідравліка, гідро- та пневмоприводи».
5. Методичні вказівки щодо організації самостійної роботи студентів.
6. Завдання вхідного та поточного контролю.
7. Підручники, навчальні посібники з дисципліни.

## 13. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. За ред. В.О. Федорця . Технічна гідромеханіка. Гідравліка та гідро – пнемопривод. Підручник / В.О. Федорець, М.Н. Педченко, О. О. Федорець, В.Б. Струтинській, О.М. Яхно, Ю.В. Єлисеєв . – Житомир:ЖІТІ,1998. – 412 с .іл. 178. – Табл.: 7.- Бібл.: 27 назв.

### Допоміжна

2. Гидравлические машины: Турбины и насосы. Учебник для вузов. 2- е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.

3. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др.. – М.: Машиностроение. 1982. – 423 с.

4. Вакина В.В.. Денисенко И.Д., Столяров А.Л. Машиностроительная гидравлика. Примеры расчетов. – К.: Вища шк.. Головное изд-во, 1986. – 208 с.

5. Под ред. Б.Б. Некрасова. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу: Учеб. пособие для машиностроит. Спец. Вузов /Б.Б. Некрасов, И.В. Фатеев, Ю.А. Беленков и др.. – М.: Высш. шк., 1989. – 192 с.

6. А.Г.Холзунов. Основы расчета пневматических приводов. М.,Машиностроение , 1964 -268 с.